

Kurzzusammenfassung

Der AGATA Demonstrator besteht aus fünf AGATA Tripel-Cluster (ATC) Detektoren. Jeder dieser Detektoren beinhaltet drei asymmetrische, 36-fach segmentierte, gekapselte, hochreine Germaniumdetektoren. Der Demonstrator soll die Anwendbarkeit des ortsempfindlichen Nachweises der γ -Strahlung mit Hilfe der Pfadrekonstruktion des γ -Quants (γ -ray Tracking) anhand von Impulsformanalyse zeigen. Die vorliegende Arbeit beschreibt die Eigenschaften für den ortsabhängigen Nachweis innerhalb des Germaniumdetektors, sowie die Optimierungsmaßnahmen an den ersten Tripel-Cluster-Detektoren. Für die Energieauflösung und die Impulsformanalyse ist eine hohe Signalqualität notwendig. Die Signalqualität und die Energieauflösung wurden durch die Modifikation der elektronischen Eigenschaften, v.a. des Erdungskonzeptes des Detektors, verbessert.

Der erste Teil der Arbeit bestand darin, vier Tripel-Cluster-Detektoren am INFN (Nationales Institut für Kernphysik) in Legnaro, Italien, für den AGATA Demonstrator vor den ersten Commissioning- und Kernphysikexperimenten in Betrieb zu nehmen. Die vier ATC Detektoren vereinen 444 hochauflösende Spektroskopiekanäle, eine von der Signalanzahl und Dichte zum ersten Mal erreichte Quantität für In-Strahl γ -Spektroskopie-Experimente. Die sehr gute Qualität der ATC Detektoren wird charakterisiert durch eine durchschnittliche Energieauflösung der Segmente eines jeden Kristalls zwischen 1,943 und 2,131 keV bei einer γ -Energie von 1,33 MeV für die ersten 12 Kristalle. Das Übersprechen (Crosstalk) zwischen den einzelnen Detektoren in den Tripel-Clustern ist vernachlässigbar gering. Das Übersprechen innerhalb eines Kristalls beläuft sich auf ein Niveau von 10^{-3} .

Im zweiten Teil der Arbeit wurden neue Messmethoden zur Verbesserung der Energieauflösung der hochsegmentierten und ortsempfindlichen Detektoren entwickelt. Das Signal-zu-Rausch-Verhältnis wurde verbessert, indem das Zentralelektroden-(Core-) und das Segmentsignal gemittelt wurden. Die Mittelung führte zu einer Verbesserung der Energieauflösung von 21 % bei γ -Energien von 60 keV zu einer Halbwertsbreite von 870 eV. Die Kombination mit der Crosstalk-Korrektur brachte für jegliche Segmentmultiplizität eine klare Verbesserung der Energieauflösung hervor. Bei Energien von 1,33 wurde eine Verbesserung von 20 % erreicht.

Die Untersuchung des Elektronentrappingeffekts wurde mit einem neuen ortsabhängigen Korrekturverfahren für die Energiemessung abgeschlossen. Die Elektronentrappingkorrektur führte zu einer zusätzlichen Verbesserung der Halbwertsbreite der

Peaks in den γ -Spektren. Eine absolute Energieauflösung von 2,01 keV wurde bei einer γ -Energie von 1,33 MeV in dem segmentierten, großvolumigen AGATA Germaniumdetektor erzielt. Der ortsempfindliche Betrieb der Detektoren ermöglichte die Berechnung des Fano-Faktors, der sich auf $F = 0,095 \pm 0,005$ belief. Insgesamt wurde eine signifikante Verbesserung der Energieauflösung erzielt, so dass die neuartigen, segmentierten HPGe AGATA Detektoren mit deutlich verbesserten Eigenschaften den üblichen Ge-Detektoren in der Energie und Ortsauflösung überlegen sind. Die wesentlichen Verbesserungen beruhen zum einen auf der redundanten Energieinformation von unabhängigen Zentralelektroden- und Segmentsignalen, zum anderen auf der Korrektur der ortsabhängigen Trappingeffekte.